

#2  
L Tyson 9-17-01  
PATENT

Atty. Docket No. 678-596 (P9565)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANT(S): Won-Ho LEE

SERIAL NO.: Not yet assigned

FILED: Concurrently herewith

FOR: APPARATUS AND METHOD FOR SEARCHING  
A BASE STATION IN AN ASYNCHRONOUS  
MOBILE COMMUNICATIONS SYSTEM

Dated: June 21, 2001

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

Attached is a certified copy of Korean Appln. No. 53782/2000 filed on  
September 9, 2000 from which priority is claimed under 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,



Paul J. Farrell


Reg. No. 33,494

Attorney for Applicant(s)

**DILWORTH & BARRESE, LLP**  
333 Earle Ovington Blvd.  
Uniondale, NY 11553  
(516) 228-8484

CERTIFICATE OF MAILING UNDER 37 C.F.R. §1.10

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service on this date  
June 21, 2001 in an envelope as "Express Mail Post Office to Addressee" Mail Label Number  
EL 918828517US addressed to: Attn: Box Patent Application, Assistant Commissioner for Patents,  
Washington, D.C. 20231.

  
Douglas M. Owens



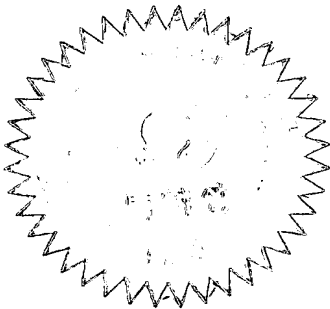
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Industrial Property Office.

출원 번호 : 특허출원 2000년 제 53782 호  
Application Number

출원 년 월 일 : 2000년 09월 09일  
Date of Application

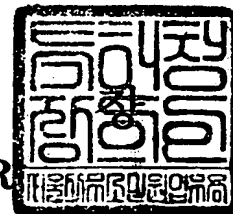
출원 인 : 삼성전자 주식회사  
Applicant(s)



2001 년 01 월 17 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0002
【제출일자】	2000.09.09
【국제특허분류】	H04B
【발명의 명칭】	비동기방식 이동 통신 시스템에서의 기지국 탐색 장치 및 방법
【발명의 영문명칭】	APPARATUS AND METHOD FOR SEARCHING BASE STATION IN UMT
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	1999-006038-0
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이원호
【성명의 영문표기】	LEE, Won Ho
【주민등록번호】	700821-1697114
【우편번호】	702-030
【주소】	대구광역시 북구 감단동 887-8 청구유성아파트 102-1018
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이건주 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	9 면 9,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	9 항 397,000 원
【합계】	435,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

## 【요약서】

## 【요약】

본 발명은, 이동국이 기지국 탐색을 위해 이용되는 주 동기 및 부 동기 채널들 중 상기 주 동기 채널상의 제1 신호로부터 슬롯 타이밍 동기를 획득하고 상기 부 동기 채널상의 제2 신호로부터 프레임 타이밍 동기를 획득하고 기지국들 각각이 사용하는 스크램블링 코드들에 대응된 주 스크램블링 코드그룹을 결정하는 이동 통신 시스템에서의 기지국 탐색 방법에 있어서, 한 개의 프레임이 복수개의 슬롯들로 구성되고 상기 슬롯들 각각마다 상기 제2 신호로부터 복수개의 신호 전계강도 에너지값들을 계산하여 상기 한 개의 프레임 대응되는 신호 전계강도 에너지값들을 에너지 행렬 값들로 업데이트하는 과정과, 소정 제1 탐색 명령에 의거하여 상기 에너지 행렬값들과 미리 설정된 부동기코드 테이블을 이용하여 에너지 행렬값들에 대응된 에너지 후보들을 계산하고 상기 에너지 후보들중 미리 설정된 임계값 이상의 에너지 후보들을 통과 후보들로 구분하는 제1 탐색과정과, 소정 제2 탐색 명령에 의거하여 상기 구분된 통과 후보들과 상기 미리 설정된 부동기 코드 테이블을 이용하여 상기 통과후보들에 대한 에너지를 계산하고 최대 에너지를 가지는 에너지 후보를 상기 프레임 타이밍 동기과 주 스크램블링 코드 그룹으로 판정하는 제2 탐색 과정으로 이루어진다.

## 【대표도】

도 2

## 【색인어】

UMTS, 기지국 탐색, 부동기채널, 2단계 탐색

**【명세서】****【발명의 명칭】**

비동기방식 이동 통신 시스템에서의 기지국 탐색 장치 및 방법{APPARATUS AND METHOD FOR SEARCHING BASE STATION IN UMTS}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 종래 기술에서의 부 동기채널 탐색을 위한 블록 구성도,

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 부 동기채널 탐색을 위한 블록 구성도,

도 3a 내지 도 3c는 부 동기 채널용 SSC 테이블도.

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <4> 본 발명은 이동통신 시스템에 관한 것으로, 특히 비동기방식 이동통신 시스템에서의 기지국 탐색을 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.
- <5> 오늘날 이동 통신 산업의 급성장에 따라 이동통신시스템은 음성 서비스뿐만 아니라 데이터, 화상 등의 서비스가 가능한 차세대 이동통신시스템으로 발전하고 있으며, 이에 대한 표준화 작업이 이루어지고 있다. 이러한 이동통신시스템은 크게, 미국 주도로 채택하고 있는 동기식방식과 유럽 주도로 채택하고 있는 비동기식방식으로 구분된다. 현재 이동 통신 시스템에서의 표준화 작업은 동기식방식과 비동기방식 간의 의견 대립으로 인

해 각기 다른 형태로 진행되고 있는 실정이다. 이들 두 방식중 유럽 주도로 채택된 비동기방식의 이동 통신 시스템은 UMTS(Universal Mobile Telecommunication Systems)로 칭해진다.

<6> UMTS 시스템은 비동기 방식을 채택하고 있음에 따라 소정 동기채널을 통해 특정 기지국과의 동기를 이루기 위한 동작이 요구된다. 요컨대, 기지국 탐색을 위한 동작이 요구되는 것이다. UMTS시스템에서의 기지국 탐색을 위해 사용하는 채널들에 대해 보다 상세히 설명하면 하기와 같다. UMTS시스템의 순방향 물리채널(Down link Physical Channel, 이하 'DPCH'라 칭함)중에는 기지국 탐색(base station(cell) search)에 이용되는 두 개의 채널들 즉, 주 동기채널(Primary Synchronization Channel, 이하 'P-SCH'라 칭함)과 부 동기채널(Secondary Synchronization Channel, 이하 'S-SCH'라 칭함)이 있다. 상기 두 채널들 중 P-SCH는 그 시퀀스(sequence) 길이가 256칩(chip)이며 매 슬롯(slot)(1슬롯= 2560칩)의 처음 256칩 기간을 차지하는 채널이다. UMTS 시스템의 이동국(mobile station)에서는 상기 P-SCH를 이용하여 슬롯 타이밍 동기를 이룬다.

<7> UMTS시스템의 기지국 탐색에서는 S-SCH의 탐색에 앞서 P-SCH 탐색이 이루어진다. 상기 P-SCH 탐색에 의해서 슬롯 타이밍 동기가 이루어지고 그후 상기 S-SCH의 탐색에 의해서 프레임 타이밍 동기가 획득되고 주 스크램블링 코드그룹(primary scrambling code group)이 결정된다. S-SCH 탐색에서의 프레임 동기 획득 및 주 스크램블링 코드그룹 결정은 P-SCH 탐색에 의해 이루어진 슬롯 타이밍 동기가 그 바탕이 된다.

<8> 도 1은 종래 기술에서의 S-SCH 탐색을 위한 블록 구성도로서, SSC RSSI(Secondary Synchronization Code Received Signal Strength Indicator) 계산부(100)와, SSC 에너지 행렬 업데이트부(102)와, S-SCH 탐색기(104)로 구성된다.

<9> 도 1을 참조하여 종래 기술에 따른 S-SCH 탐색 동작을 설명하면 하기와 같다. UMTS 시스템에서 프레임(frame)들 각각은 주기가 10ms이고 15개(#0-#14)의 슬롯들로 구성된다. 기지국들 각각은 512개(0-511)의 스크램블링 코드들(scrambling codes)중 하나를 할당 받아 사용하고, 이동국은 기지국들 각각이 사용하는 고유의 스크램블링 코드를 알기 위하여 우선적으로 주 스크램블링 코드 그룹을 결정해야한다. 512개의 스크램블링 코드들에 대응되는 주 스크램블링 코드 그룹들은 64개로 이루어져 있으며, 상기 주 스크램블링 코드 그룹들 각각은 8개의 스크램블링 코드들에 대응되어 있다( $512=64 \times 8$ ). 즉 64개의 스크램블링 코드 그룹들중 제1 주 스크램블링 코드그룹은 0-7 스크램블링 코드들, 제2 주 스크램블링 코드 그룹은 8-15 스크램블링 코드들, ..., 제64 주 스크램블링 코드 그룹은 504-511 스크램블링 코드들에 대응되어 있다.

<10> 이동국의 S-SCH 탐색에서는 프레임 타이밍 동기를 획득하고 주 스크램블링 코드그룹을 결정하기 위해 도 1의 SSC RSSI 계산부(100)는 m번째( $m=1,2,\dots$ ) 슬롯에서 하기 수학식 1과 같은 16개의 에너지 값들  $E_{m,k}$ 를 계산한다. 즉 매 슬롯마다 16개의 에너지들을 계산한다.

<11> 【수학식 1】

$$E_{m,k} = [E_{m,k,I}]^2 + [E_{m,k,Q}]^2 \quad k=1,\dots,16$$

<12> 상기 수학식 1에서

$$E_{m,k,I} = \sum_{i=0}^{255} r_I(m,i) \cdot SSC_k(i), \quad E_{m,k,Q} = \sum_{i=0}^{255} r_Q(m,i) \cdot SSC_k(i)$$

<14> 여기서  $r_I(m,i)$ ,  $r_Q(m,i)$ 는 각각 m번째 슬롯에서 i번째로 입력되는 I-채널 및 Q-채널 신호이며,  $SSC_k(i)$ 는 k번째 SSC(Secondary Synchronization Code)의 i번째 칩 코드이

다. 여기서  $i$ 는 0에서 255까지이다.

<15> SSC RSSI 계산부(100)에 의해서 계산된 15개의 슬롯들 각각 당 16개의 에너지 값들  $E_{m,k}$ 은 SSC 에너지 행렬 업데이트부(102)에 제공되며, SSC 에너지 행렬 업데이트부(102)는 이를 이용하여 하기와 같이 크기가  $16 \times 15$ 인 행렬  $S$ 를 업데이트한다.  $S_{(i,j)}$ 는 행렬  $S$ 의  $(i,j)$ 번째 원소이다.

<16> 초기상태:  $S_{(i,j)} = 0, \quad i=1,2,\dots,15 \quad j=1,2,\dots,16$

<17>  $m$ 번째( $m=1,2,3,\dots$ ) 슬롯에서:

<18> if ( $m \bmod 15$ )==0

<19>  $i = 15$ ;

<20> else

<21>  $i = (m \bmod 15)$ ;

<22>  $S_{(i,j)} = S_{(i,j)} + E_{(i,j)}$ ;

<23> 본 발명의 실시 예에서는 행렬  $S$ 를 SSC 에너지 행렬이라고 정의한다.

<24> SSC 에너지 행렬 업데이트부(102)에 의해서 계속 업데이트되는 SSC 에너지 행렬  $S$ 는 S-SCH 탐색기(104)에 미리 설정된 시간간격(interval)으로 탐색시작 명령 Start\_SEARCH(이진 논리 '0'에서 '1'로 천이)가 인가되는 타이밍에서 S-SCH 탐색기(104)로 제공된다.

<25> S-SCH탐색기(104)는 SSC 에너지 행렬 업데이트부(102)에 의해서 제공된 SSC 에너지와 도 3a 내지 도 3c에 도시된 S-SCH용 SSC테이블 및, 후술될 수학식 2를 이용한 탐색을 수행하여 프레임 타이밍 동기(frame timing synchronization)  $F_{sync}$ 와 주 스크램블링



코드그룹(primary scrambling code group) 번호 PSCG No.를 구한다. 프레임 타이밍 동기 Fsync와 주 스크램블링 코드그룹(primary scrambling code group) 번호 PSCG No.를 구하는 것에 대해 보다 상세히 설명하면 하기와 같다.

- <26> S-SCH탐색기(104)가 S-SCH를 탐색하는 일반적인 방법은 도 3a 내지 도 3c에 도시된 SSC 테이블에 도시된 64개의 주 스크램블링 코드그룹들에 대응된 S-SCH 패턴들(이하 '64개의 S-SCH패턴'이라 칭함) 각각에 대해서 S-SCH 에너지를 계산하는 것이다. S-SCH 탐색 시에는 프레임 타이밍 동기가 이루어지지 않은 상태이므로, 도 3a 내지 도 3c에 도시된 64개 S-SCH 패턴들 각각에 대해서 L슬롯(L=0, ..., 14) 만큼 쉬프트(shift)된 모든 경우들이 프레임 타이밍 동기 및 주 스크램블링 코드 그룹의 후보(hypothesis)가 될 수 있다. 즉, 프레임 동기의 타이밍 검출 및 주 스크램블링 코드 그룹 결정을 위하여 탐색하여야 할(즉 에너지를 계산하여야 할) 후보(hypothesis)들의 수는 모두 960(=64x15)개이다. 960개의 후보(hypothesis)들 중, (p,q)번째(p=1,2,...,64, q=1,2,...,15) 후보의 탐색은 하기 수학식 2와 같은 (p,q)번째 S-SCH 에너지를 계산하는 것에 의해 성취된다.

<27> 【수학식 2】

$$(p,q)\text{번째 } S\text{-SCH 에너지를} = \sum_{l=0}^{14} S_{(t(p,q,l), l+1)}$$

여기서,

$$t(p,q,l) = \text{SSC of group } p \text{ at slot } ((q-1+l) \bmod 15) \text{ (as shown in the SSC table)}$$

- <28> 도 1의 S-SCH 탐색기(104)는 상기 수학식 2를 이용하여 탐색한 960개의 후보들 가운데 가장 큰 에너지를 가지는 후보를 찾음으로써 프레임 타이밍 동기를 이루는 동시에 기자국의 주 스크램블링 코드 그룹을 알 수 있다.

## 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <29> 하지만 상술한 바와 같은 종래기술은 하기와 같은 두 가지의 문제점을 가지고 있다.
- . (1) 관측된 SSC에너지와 SSC테이블과의 상관도(correlation) 계산이 S-SCH을 한 프레임 이상의 기간을 관측한 후부터 수행되기 때문에 결과적으로 S-SCH 탐색 시간이 그만큼 길어진다는 것이다. (2) 정해진 시간 동안 (1 프레임 또는 2 프레임 등등) SSC 에너지를 관측한 후, 이 값과 SSC 테이블과의 상관도를 계산하는 것은 채널 상황이 시간에 따라 크게 변화할 수 있다는 점을 고려할 때 비효율적이다. 예를 들어, 채널의 SNR(Signal to Noise Ratio)이 매우 낮은 경우에 1-2 프레임 기간 동안의 관측된 SSC 에너지만을 이용한다면 S-SCH 탐색에서의 검출확률(detection probability)은 낮아지고 오보확률(false alarm probability)은 높아질 수 있다. 반대로 채널의 SNR이 매우 높은 경우에는 1 프레임 미만의 기간동안 관측한 결과를 이용하더라도 S-SCH 탐색성능이 좋음에도 불구하고 정해진 시간동안 관측을 수행함으로써 결과적으로 탐색시간을 지연시키는 원인이 되기도 한다.
- <30> 따라서 본 발명의 목적은 비동기방식 이동 통신 시스템의 기지국 탐색에서 부 동기 채널의 탐색 속도를 향상시키기 위한 방법 및 장치를 제공하는데 있다.
- <31> 본 발명의 다른 목적은 부 동기 채널의 탐색에 있어 상기에서 언급한 두 가지 문제점을 해결하여 부 동기채널 탐색시간을 줄이게 하는 방법 및 장치를 제공하는데 있다.
- <32> 본 발명의 또 다른 목적은 부동기 채널 탐색에서의 오보확률(false alarm probability)을 줄이고 검출확률(detection probability)을 높일 수 있는 방법을 제공하

는데 있다.

### 【발명의 구성 및 작용】

<33>       상기한 목적에 따라, 본 발명은, 이동국이 기지국 탐색을 위해 이용되는 주 동기 및 부 동기 채널들 중 상기 주 동기 채널상의 제1 신호로부터 슬롯 타이밍 동기를 획득하고 상기 부 동기 채널상의 제2 신호로부터 프레임 타이밍 동기를 획득하고 기지국들 각각이 사용하는 스크램블링 코드들에 대응된 주 스크램블링 코드그룹을 결정하는 이동 통신 시스템에서의 기지국 탐색 방법에 있어서, 한 개의 프레임이 복수개의 슬롯들로 구성되고 상기 슬롯들 각각마다 상기 제2 신호로부터 복수개의 신호 전계강도 에너지값들을 계산하여 상기 한 개의 프레임 대응되는 신호 전계강도 에너지값들을 에너지 행렬 값들로 업데이트하는 과정과, 소정 제1 탐색 명령에 의거하여 상기 에너지 행렬 값들과 미리 설정된 부동기코드 테이블을 이용하여 에너지 행렬 값들에 대응된 에너지 후보들을 계산하고 상기 에너지 후보들중 미리 설정된 임계값 이상의 에너지 후보들을 통과 후보들로 구분하는 제1 탐색과정과, 소정 제2 탐색 명령에 의거하여 상기 구분된 통과 후보들과 상기 미리 설정된 부동기 코드 테이블을 이용하여 상기 통과후보들에 대한 에너지를 계산하고 최대 에너지를 가지는 에너지 후보를 상기 프레임 타이밍 동기와 주 스크램블링 코드 그룹으로 판정하는 제2 탐색 과정으로 이루어진다.

<34>       또한 본 발명은, 이동국이 기지국 탐색을 위해 이용되는 주 동기 및 부 동기 채널들 중 상기 주 동기 채널상의 제1 신호로부터 슬롯 타이밍 동기를 획득하고 상기 부 동기 채널상의 제2 신호로부터 프레임 타이밍 동기를 획득하고 기지국들 각각이 사용하는 스크램블링 코드들에 대응된 주 스크램블링 코드그룹을 결정하는 이동 통신 시스템에서

의 기지국 탐색 장치에 있어서, 한 개의 프레임이 복수개의 슬롯들로 구성되고 상기 슬롯들 각각마다 상기 제2 신호로부터 복수개의 신호 전계강도 에너지값들을 계산하여 상기 한 개의 프레임 대응되는 신호 전계강도 에너지값들을 에너지 행렬 값들로 업데이트 하는 부동기채널 신호 에너지 계산 및 업데이트부와, 상기 슬롯들 각각마다 상기 제1 신호로부터 신호 전계강도 에너지값들을 계산하고 누적하고, 상기 누적된 전계강도 에너지값들을 미리 설정된 제1 누적 임계값 및 제2 누적 임계값과 비교하여 상기 제1 및 제2 탐색 명령을 선택적으로 제공하는 탐색명령 제공부와, 상기 제1 탐색 명령에 의거하여 상기 에너지 행렬값들과 미리 설정된 부동기코드 테이블을 이용하여 에너지 행렬값들에 대응된 에너지 후보들을 계산하고 상기 에너지 후보들중 미리 설정된 임계값 이상의 에너지 후보들을 통과 후보들로 구분하는 제1 탐색과, 상기 제2 탐색 명령에 의거하여 상기 구분된 통과 후보들과 상기 미리 설정된 부동기 코드 테이블을 이용하여 상기 통과후보들에 대한 에너지를 계산하고 최대 에너지를 가지는 에너지 후보를 상기 프레임 타이밍 동기화 주 스크램블링 코드 그룹으로 판정하는 제2 탐색을 수행하는 부동기 채널 탐색기로 구성함을 특징으로 한다.

<35> 이하 본 발명의 바람직한 실시 예들을 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 도면들 중 동일한 구성요소들은 가능한 한 어느 곳에서든지 동일한 부호들로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.

<36> 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 부동기채널 탐색을 위한 블록 구성도로서, P-SCH RSSI(Primary Synchronization Channel Received Signal Strength Indicator) 계산부(200), 누적기(accumulator)(202), 비교기(204), SSC RSSI 계산부(206), SSC 에너지

행렬 업데이트부(208), 및 2단 S-SCH 탐색기(210)를 포함하고 있다.

<37> 본 발명의 실시 예에서의 특징은 2가지의 단계로 S-SCH 탐색을 수행한다는 것이다. 즉 도 2의 2단 S-SCH 탐색기(210)가 제1 탐색(first search)과 제2 탐색(second search)의 단계를 순차적으로 수행한다는 것이다. 본 발명의 실시 예에 따른 제1 탐색과 제2 탐색의 단계를 요지적으로 설명하면 하기와 같다.

<38> (1) 제1 탐색: 2단 S-SCH 탐색기(210)는 S-SCH 탐색에서 탐색해야 할 총 960개의 후보(hypothesis)들중 미리 설정된 임계값 FIRST\_SEARCH\_THRESHOLD보다 큰 에너지를 가지는 후보만을 골라낸다. 즉, 제1 탐색에서는 960개의 후보들 중에서 최대 에너지(maximal energy)를 가지는 후보를 찾는 것이 아니라, 짧은 시간동안에 관측된 수신신호를 이용하여 차후 최대 에너지를 가질 확률이 높은 후보들을 선별해 낸다.

<39> (2) 제2 탐색: 제1 탐색에서 선별된 후보들 중에서 최대 에너지를 가지는 후보를 찾아내어, 이에 해당하는 프레임 동기 타이밍과 주 스크램블링 코드 그룹을 결정하는 단계이다. 제2 탐색 단계에서는 제1 탐색 단계에서 사용된 관측 기간에 비해 상대적으로 긴 시간동안 관측된 수신신호를 이용하여 보다 정밀한 탐색을 한후, 프레임 동기 타이밍 및 주 스크램블링 코드 그룹을 결정한다. 제2 탐색 단계는 제1 탐색 단계에 비하여 각 후보당 탐색 시간은 길지만, 탐색하여야 할 후보들의 수가 적기 때문에, 결과적으로 S-SCH 총 탐색시간은 종래 기술에 비해 훨씬 짧아진다.

<40> 상기한 바와 같이 도 2의 2단 S-SCH 탐색기(210)가 제1 탐색 및 제2 탐색을 수행하도록 하기 위해 본 발명의 실시 예에서는 도 2에 도시된 바와 같이, P-SCH RSSI 계산부(200), 누적기(202), 비교기(204)를 구비한다. 그리고 도 2에서 SSC

RSSI 계산부(206) 및 SSC 에너지 행렬 업데이트부(208)는 도 1의 SSC RSSI 계산부(100) 및 SSC 에너지 행렬 업데이트부(102)와 동일한 기능을 수행한다.

<41> 본 발명의 실시 예에서 P-SCH RSSI 계산부(200), 누적기(202), 비교기(204)는 2가지 탐색, 즉 제1 탐색 및 제2 탐색의 시작 시점을 결정하기 위한 것이다. 요컨대, 탐색하고자 하는 채널인 S-SCH의 수신신호 세기(RSSI)는 P-SCH의 수신신호세기(RSSI)와 같기 때문에, P-SCH의 수신신호세기(RSSI)를 측정하여 누적한 값이 일정한 수준(시스템 파라미터로 주어지는 임계값 TH1 및 TH2)을 넘을 때 S-SCH에 대한 제1 탐색 및 제2 탐색이 시작되게 하는 것이다.

<42> 제1 탐색 및 제2 탐색의 시작 시점을 결정하기 위한 동작을 보다 구체적으로 설명하면 하기와 같다. P-SCH RSSI 계산부(200)는 매 슬롯마다 P-SCH의 수신신호 세기(RSSI, Received Signal Strength Indicator) P-SCH RSSI를 측정한다. 측정된 P-SCH RSSI는 누적기(202)에 제공되고, 누적기(202)는 상기 제공된 P-SCH RSSI를 계속 누적하며 매 슬롯마다 비교기(204)로 출력한다. 비교기(204)는 누적기(202)에 의해 제공된 누적된 P-SCH RSSI를 미리 설정된 임계값 TH1 및 TH2와 각각 비교하여 하기와 같은 제1 탐색 인에이블 신호 FIRST\_SEARCH\_EN과 제2 탐색 인에이블 신호 SECOND\_SEARCH\_EN를 2단 S-SCH 탐색기(210)로 제공한다.

<43> 
$$FIRST\_SEARCH\_EN = \begin{cases} 1, & \text{누적된 } P-SCH \text{ RSSI} > TH1 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

<44> 
$$SECOND\_SEARCH\_EN = \begin{cases} 1, & \text{누적된 } P-SCH \text{ RSSI} > TH2 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

<45> 한편 도 2의 SSC RSSI 계산부(206) 및 SSC 에너지 행렬 업데이트부(208)의

동작은 도 1의 SSC RSSI 계산부(100) 및 SSC 에너지 행렬 업데이트부(102)의 동작과 동일하다. 개략적으로 설명하면, SSC RSSI 계산부(206)는 매 슬롯마다 수신신호  $r_I$  및  $r_Q$ 의 처음 256칩을 16개의 부 동기 코드(Secondary Synchronization Code)  $SSC_k$  ( $k=1,2,\dots,16$ )와 각각 상관(correlation)을 취하여 16개의 SSC 에너지들을 계산한다. SSC 에너지 행렬 업데이트부(208)는 SSC RSSI 계산부(206)에 의해 계산되는 16개의 SSC 에너지들을 이용하여 도 1에 도시된 SSC RSSI 계산부(100)에서와 같이 SSC 에너지 행렬(matrix)  $S$ (즉  $S_{(i,j)} = S_{(i,j)} + E_{(i,j)}$ )를 매 슬롯마다 업데이트한다.

<46> SSC 에너지 행렬 업데이트부(208)에 의해서 계속 업데이트되는 SSC 에너지 행렬  $S$ 는 2단 S-SCH 탐색기(210)로 제공된다. 2단 S-SCH 탐색기(210)는 SSC 에너지 행렬 업데이트부(102)에 의해서 제공된 SSC 에너지와 도 3a 내지 도 3c에 도시된 S-SCH용 SSC 테이블 및, 수학적 식 2를 이용하여 960개의 후보들에 대한 2단계의 탐색을 수행하여 프레임 타이밍 동기(frame timing synchronization)  $F_{sync}$ 와 주 스크램블링 코드그룹(primary scrambling code group) 번호 PSCG No.를 구한다.

<47> 본 발명의 실시 예에 따른 2단 S-SCH 탐색기(210)의 후보 탐색에는 전기한 바와 같이 '제1 탐색'과 '제2 탐색'의 두 가지 단계가 있다. 상기 제1 탐색단계와 제2 탐색 단계를 보다 상세히 설명하면 하기와 같다.

<48> 제1 탐색 단계

<49> 2단 S-SCH 탐색기(210)는 비교기(204)로부터 제1 탐색 인에이블신호  $FIRST\_SEARCH\_EN$ 가 인가되면( $FIRST\_SEARCH\_EN$ 가 이진논리 '0'에서 '1'로 천이) SSC 에너지 행렬 업데이트부(208)로부터 제공되는 SSC 에너지 행렬  $S$ 와 도 3a 내지 도 3c에 도시된

SSC테이블을 이용하여 960개의 후보들에 대한 S-SCH 에너지를 계산한다. 그리고 S-SCH 탐색기(210)는 상기 960개의 후보들 중에서 S-SCH 에너지가 미리 설정된 임계값 FIRST\_SEARCH\_THRESHOLD를 넘는 후보들을 내부에 구비된 1단계 통과 후보집합 메모리에 저장한다. 상기한 동작이 2단 S-SCH 탐색기(210)에 의해서 수행된 '제1탐색'이다.

<50>      제2 탐색 단계

<51>      제1 탐색 동작이 끝난 시점에서 비교기(204)로부터 제2 탐색 인에이블 신호 SECOND\_SEARCH\_EN가 인가되면(SECOND\_SEARCH\_EN이 이진논리 '0'에서 '1'로 천이) 2단 S-SCH 탐색기(210)는 SSC 에너지 행렬 업데이트부(208)로부터 제공되는 SSC 에너지 행렬 S와 도 3a 내지 도 3c에 도시된 SSC테이블을 이용하여 1단계 통과 후보집합 메모리에 저장되어 있는 후보들에 대한 S-SCH 에너지를 계산하고, 가장 큰 S-SCH 에너지를 갖는 후보를 프레임 타이밍 동기 및 주 스크램블링 코드 그룹으로 판정한다. 상기한 동작이 2단 S-SCH 탐색기(210)에 의해서 수행된 '제2탐색'이다.

<52>      2단 S-SCH 탐색기(210)에서의 2단계 탐색의 효율성을 높이기 위해서는 제1 탐색 및 제2 탐색의 시작시점과 제1 탐색에서의 임계값 'FIRST\_SEARCH\_THRESHOLD'을 잘 설정하여야 한다. 예를 들어, 제1 탐색에서 수신신호를 관측하는 시간이 너무 짧거나 FIRST\_SEARCH\_THRESHOLD 값이 부적절할 경우에는, 하기 A,B와 같은 문제가 생길 수 있다.

<53>      A. 최종적으로 최대 에너지 후보(maximal energy hypothesis)가 될 수 있는 후보조차도 제1 탐색단계에서의 그 에너지가 FIRST\_SEARCH\_THRESHOLD보다 작아서 제2 탐색에서의 탐색대상에 포함되지 못하는 경우.



- <54> B. 제1 탐색에서의 에너지가 FIRST\_SEARCH\_THRESHOLD보다 큰 후보(들)의 개수가 너무 많아 제2 탐색 단계에서 탐색하여야 할 후보들이 너무 많아지는 경우.
- <55> 하기에서는 비교기(204)에 인가되는 임계값 TH1, TH2와 2단 S-SCH 탐색기(210)에 인가되는 FIRST\_SEARCH\_THRESHOLD를 설정할 때 고려해야될 사항이 보다 구체적으로 설명될 것이다.
- <56> 960개 후보들 각각에서 수학적 식 2에 의해 계산되는 S-SCH 에너지 값들은 모두 랜덤 변수(random variables)이며, 다음과 같이 두 가지 분포를 가진다.
- <57> - 비중심 카이( $\chi$ ) 자승 분포(Non-central chi-square distribution) : 프레임 동기 및 코드그룹이 맞는 1개의 후보
- <58> - 중심 카이( $\chi$ ) 자승 분포(Central chi-square distribution) : 나머지 959개의 후보들
- <59> 상기의 두 가지 확률 랜덤변수의 평균(mean)과 표준편차(standard deviation)에 영향을 미치는 것으로는 다음의 두 가지가 있다.
- <60> 1. SNR, 다중경로 등의 채널 환경.
- <61> 2. 탐색하는 슬롯의 수.
- <62> 채널의 SNR이 높을수록 그리고 탐색하는 슬롯의 수가 많을수록 상기에서 언급한 두 가지 카이 자승(chi-square) 랜덤변수의 평균의 차이가 커지고 분산은 상대적으로 줄어든다. 이에 따라 프레임 동기 검출 성능이 높아진다. 따라서, 적은 수의 슬롯을 관측하는 경우에도 채널의 SNR이 높을수록 프레임 동기성능은 높아지며, 반대로 SNR이 낮은 경우에도 관측하는 슬롯의 수가 많아질수록 프레임 동기성능은 높아진다. SNR이 높고 관측

하는 슬롯의 수도 많으면, 프레임 동기 탐색 성능이 더욱 좋아짐은 물론이다.

<63> 임계값 TH1, TH2 및 FIRST\_SEARCH\_THRESHOLD의 결정은 다음과 같이 두 단계의 탐색 과정을 나누어 설명할 수 있다.

<64> 먼저, '제1 탐색'에서 에너지가 임계값 FIRST\_SEARCH\_THRESHOLD를 넘는 후보들 중 대부분의 후보들 각각은 실제로는 프레임 동기 또는 주 스크램블링 코드 그룹이 맞지 않는 후보일 것이다. 960개의 후보들 중에서 프레임 동기와 주 스크램블링 코드그룹이 맞는 것의 개수는 주요 다중 경로(significant multipath)의 개수와 거의 일치한다. 주목하여야 할 점은, '제1 탐색'의 목적이 가장 높은 에너지를 가지는 후보를 찾아내는 것이 아니라 이후에 있을 '제2 탐색'에서 가장 높은 에너지를 가지게 될 확률이 어느 정도의 수준을 넘는 것을 모두 찾아내는 것이다. 따라서, '제1 탐색'에서는 오보확률(false alarm probability)을 낮추는 것보다는 검출확률(detection probability)을 높이는 데에 더 큰 중점을 두어야 한다. 그러므로, '제1 탐색'에서의 임계값 FIRST\_SEARCH\_THRESHOLD를 정하는 과정에서는, 먼저 검출확률을 정한 후 이를 만족하도록 TH1 및 FIRST\_SEARCH\_THRESHOLD를 결정하는 것이 좋다. 검출확률을 일정한 값으로 정할 때, FIRST\_SEARCH\_THRESHOLD는 TH1에 따라 달라진다. 즉, TH1을 높게 설정하여 '제1 탐색'을 시작하는 시간이 늦어지면, 상기에서 언급한 비중심 카이 자승(non-central chi-square) 확률 랜덤변수의 평균이 높아지므로 일정한 검출확률을 만족하는 FIRST\_SEARCH\_THRESHOLD도 높일 수 있다. FIRST\_SEARCH\_THRESHOLD가 높아지면, '제1 탐색'에서의 오보확률이 낮아지고 '제2 탐색'의 탐색시간이 짧아진다는 장점이 있으나, '제1 탐색'을 시작하는 시간이 늦어진다는 단점이 있다. 반대로 TH1을 낮게 설정할수록 '제1 탐색'을 시작하는 시간이 빨라지므로, 일정한 검출확률을 만족하는

FIRST\_SEARCH\_THRESHOLD도 낮아지며, 이 경우에는 '제1 탐색'을 시작하는 시간이 빨라지는 장점이 있는 대신에 '제2 탐색'의 탐색시간이 길어지는 단점이 있다. 상기와 같이, TH1과 FIRST\_SEARCH\_THRESHOLD의 값에 따라 '제1 탐색'의 시작시간과 및 '제2 탐색'의 소요시간이 모두 달라지므로 이의 트레이드-오프(trade-off)를 잘 고려하여 결정하여야 한다.

<65> '제2 탐색'의 시작시간은 TH2 및 채널의 SNR에 의해 결정된다. 즉, SNR이 낮을수록 그리고 TH2가 높을수록 '제2 탐색'의 시작시간이 늦어진다. '제2 탐색'의 시작시점을 빠르게 하기 위해서는 TH2를 낮추는 것이 좋지만, '제2 탐색'에서의 오보확률을 낮추고 검출확률을 높이기 위해서는 TH2를 높여야 한다. 따라서 TH2를 결정하는 데에 있어서는 이러한 오보확률, 검출확률과, 및 시스템 디자인에서 만족하여야 할 탐색시간을 함께 고려하여야 한다.

<66> 상술한 본 발명의 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 여러 가지 변형이 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 실시할 수 있다. 따라서 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 의하여 정할 것이 아니고 특허청구범위와 특허청구범위의 균등한 것에 의해 정해 져야 한다.

#### 【발명의 효과】

<67> 상술한 바와 같이 본 발명은 하기와 같은 효과가 있다. 첫째, 최대 에너지 후보(maximal energy hypothesis)를 검출하기 위해 필요한 수신신호 관측시간이 되기 전에 미리 제1 탐색 단계를 수행하고, 최종적으로 최종 에너지 후보를 검출하기 위한 제2 탐

색 단계에서는 제1 탐색 단계에서 통과된 후보들만을 탐색하므로, S-SCH 전체 탐색 시간을 줄어든다. 둘째, P-SCH의 누적 수신신호 세기가 일정 수준( $TH_1, TH_2$ )을 각각 넘은 시점에서 제1 탐색 단계 및 제2 탐색 단계를 수행하므로, 채널의 SNR에 따라 제1 탐색 및 제2 탐색 시작 시점이 자동 조절된다. 즉, SNR이 높은 경우에는 필요 없이 긴 시간동안 기다리지 않고 탐색을 수행함으로써 탐색시간을 줄인다. 그리고 SNR이 낮은 경우에는 보다 긴 시간동안 수신신호를 관측함으로써 탐색에서의 오보확률(false alarm probability)을 줄이고 검출확률(detection probability)을 높일 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

이동국이 기지국 탐색을 위해 이용되는 주 동기 및 부 동기 채널들 중 상기 주 동기 채널상의 제1 신호로부터 슬롯 타이밍 동기를 획득하고 상기 부 동기 채널상의 제2 신호로부터 프레임 타이밍 동기를 획득하고 기지국들 각각이 사용하는 스크램블링 코드들에 대응된 주 스크램블링 코드그룹을 결정하는 이동 통신 시스템에서의 기지국 탐색 방법에 있어서,

한 개의 프레임이 복수개의 슬롯들로 구성되고 상기 슬롯들 각각마다 상기 제2 신호로부터 복수개의 신호 전계강도 에너지값들을 계산하여 상기 한 개의 프레임 대응되는 신호 전계강도 에너지값들을 에너지 행렬 값들로 업데이트하는 과정과,

소정 제1 탐색 명령에 의거하여 상기 에너지 행렬값들과 미리 설정된 부동기코드 테이블을 이용하여 에너지 행렬값들에 대응된 에너지 후보들을 계산하고 상기 에너지 후보들중 미리 설정된 임계값 이상의 에너지 후보들을 통과 후보들로 구분하는 제1 탐색과정과,

소정 제2 탐색 명령에 의거하여 상기 구분된 통과 후보들과 상기 미리 설정된 부동기 코드 테이블을 이용하여 상기 통과후보들에 대한 에너지를 계산하고 최대 에너지를 가지는 에너지 후보를 상기 프레임 타이밍 동기과 주 스크램블링 코드 그룹으로 판정하는 제2 탐색 과정으로 이루어짐을 특징으로 하는 기지국 탐색방법.

**【청구항 2】**

제1항에 있어서,

상기 슬롯들 각각마다 상기 제1 신호로부터 신호 전계강도 에너지값들을 계산하고  
누적하는 과정과,

상기 누적된 전계강도 에너지값들을 미리 설정된 제1 누적 임계값 및 제2 누적 임  
계값과 비교하여 상기 제1 및 제2 탐색 명령을 선택적으로 제공하는 과정을 더 가짐을  
특징으로 하는 기지국 탐색방법.

**【청구항 3】**

제2항에 있어서, 상기 미리 설정된 임계값 및 제1 누적 임계값은 요구되는 검출확  
률에 의해서 정해짐을 특징으로 하는 기지국 탐색방법.

**【청구항 4】**

제2항에 있어서, 상기 제2 누적 임계값은 오보확률, 검출확률 및 시스템 디자인에  
서 만족하여야 할 탐색시간을 고려하여 설정됨을 특징으로 하는 기지국 탐색방법.

**【청구항 5】**

이동국이 기지국 탐색을 위해 이용되는 주 동기 및 부 동기 채널들 중 상기 주 동  
기 채널상의 제1 신호로부터 슬롯 타이밍 동기를 획득하고 상기 부 동기 채널상의 제2  
신호로부터 프레임 타이밍 동기를 획득하고 기지국들 각각이 사용하는 스크램블링 코드

들에 대응된 주 스크램블링 코드그룹을 결정하는 이동 통신 시스템에서의 기지국 탐색 방법에 있어서,

한 개의 프레임이 복수개의 슬롯들로 구성되고 상기 슬롯들 각각마다 상기 제2 신호로부터 복수개의 신호 전계강도 에너지값들을 계산하는 과정과,

상기 슬롯들 각각마다 상기 제1 신호로부터 신호 전계강도 에너지값들을 계산하고 누적하는 과정과,

상기 누적된 전계강도 에너지값들을 미리 설정된 제1 누적 임계값 및 제2 누적 임계값과 비교하여 상기 제1 및 제2 탐색 명령을 선택적으로 제공하는 과정과,

상기 제1 탐색 명령에 의거하여 상기 복수개의 신호 전계강도 에너지 값들과 미리 설정된 부동기코드 테이블을 이용하여 상기 복수개의 신호 전계강도 에너지값들에 대응된 에너지 후보들을 계산하고 상기 에너지 후보들중 미리 설정된 임계값 이상의 에너지 후보들을 통과 후보들로 구분하는 제1 탐색과정과,

상기 제2 탐색 명령에 의거하여 상기 구분된 통과 후보들과 상기 미리 설정된 부동기 코드 테이블을 이용하여 상기 통과후보들에 대한 에너지를 계산하고 최대 에너지를 가지는 에너지 후보를 상기 프레임 타이밍 동기와 주 스크램블링 코드 그룹으로 판정하는 제2 탐색 과정으로 이루어짐을 특징으로 하는 기지국 탐색방법.

#### 【청구항 6】

이동국이 기지국 탐색을 위해 이용되는 주 동기 및 부 동기 채널들 중 상기

주 동기 채널상의 제1 신호로부터 슬롯 타이밍 동기를 획득하고 상기 부 동기 채널상의 제2 신호로부터 프레임 타이밍 동기를 획득하고 기지국들 각각이 사용하는 스크램블링 코드들에 대응된 주 스크램블링 코드그룹을 결정하는 이동 통신 시스템에서의 기지국 탐색 장치에 있어서,

한 개의 프레임이 복수개의 슬롯들로 구성되고 상기 슬롯들 각각마다 상기 제2 신호로부터 복수개의 신호 전계강도 에너지값들을 계산하여 상기 한 개의 프레임 대응되는 신호 전계강도 에너지값들을 에너지 행렬 값들로 업데이트하는 부동기채널 신호 에너지 계산 및 업데이트부와,

상기 슬롯들 각각마다 상기 제1 신호로부터 신호 전계강도 에너지값들을 계산하고 누적하고, 상기 누적된 전계강도 에너지값들을 미리 설정된 제1 누적 임계값 및 제2 누적 임계값과 비교하여 상기 제1 및 제2 탐색 명령을 선택적으로 제공하는 탐색명령 제공부와,

상기 제1 탐색 명령에 의거하여 상기 에너지 행렬값들과 미리 설정된 부동기코드 테이블을 이용하여 에너지 행렬값들에 대응된 에너지 후보들을 계산하고 상기 에너지 후보들중 미리 설정된 임계값 이상의 에너지 후보들을 통과 후보들로 구분하는 제1 탐색과, 상기 제2 탐색 명령에 의거하여 상기 구분된 통과 후보들과 상기 미리 설정된 부동기 코드 테이블을 이용하여 상기 통과후보들에 대한 에너지를 계산하고 최대 에너지를 가지는 에너지 후보를 상기 프레임 타이밍 동기과 주 스크램블링 코드 그룹으로 판정하는 제2 탐색을 수행하는 부동기 채널 탐색기로 구성함을 특징으로 하는 기지국 탐색장치.



**【청구항 7】**

제6항에 있어서, 상기 탐색명령 제공부는

상기 슬롯들 각각마다 상기 제1 신호로부터 신호 전계강도 에너지값들을 계산하는  
주 동기 채널 신호 전계 강도 계산부와,

상기 계산된 신호 전계강도 에너지값을 누적하는 누적부와,

상기 누적된 전계강도 에너지값들을 미리 설정된 제1 누적 임계값 및 제2 누적 임  
계값과 비교하여 상기 제1 및 제2 탐색 명령을 선택적으로 상기 부 동기 채널 탐색기로  
제공하는 비교기로 구성함을 특징으로 하는 기지국 탐색장치.

**【청구항 8】**

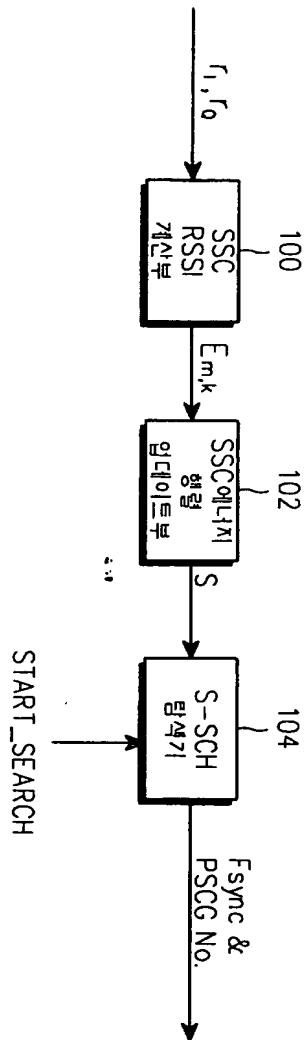
제6항에 있어서, 상기 미리 설정된 임계값 및 제1 누적 임계값은 요구되는 검출확  
률에 의해서 정해짐을 특징으로 하는 기지국 탐색장치.

**【청구항 9】**

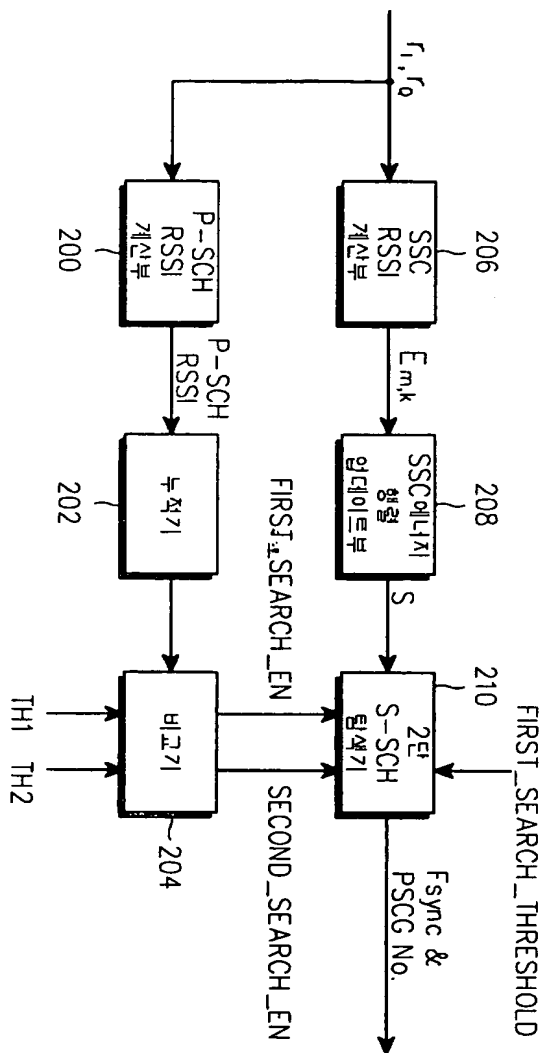
제6항에 있어서, 상기 제2 누적 임계값은 오보확률, 검출확률 및 시스템 디자인에  
서 만족하여야 할 탐색시간을 고려하여 설정됨을 특징으로 하는 기지국 탐색장치.

## 【도면】

## 【도 1】



【도 2】



## 【도 3a】

주스크램블링  
코드그룹

슬롯번호

	#0	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14
GROUP 1	1	1	2	8	9	10	15	8	10	16	2	7	15	7	16
GROUP 2	1	1	5	16	7	3	14	16	3	10	5	12	14	12	10
GROUP 3	1	2	1	15	5	5	12	16	6	11	2	16	11	15	12
GROUP 4	1	2	3	1	8	6	5	2	5	8	4	4	6	3	7
GROUP 5	1	2	16	6	6	11	15	5	12	1	15	12	16	11	2
GROUP 6	1	3	4	7	4	1	5	5	3	6	2	8	7	6	8
GROUP 7	1	4	11	3	4	10	9	2	11	2	10	12	12	9	3
GROUP 8	1	5	6	6	14	9	10	2	13	9	2	5	14	1	13
GROUP 9	1	6	10	10	4	11	7	13	16	11	13	6	4	1	16
GROUP 10	1	6	13	2	14	2	6	5	5	13	10	9	1	14	10
GROUP 11	1	7	8	5	7	2	4	3	8	3	2	6	6	4	5
GROUP 12	1	7	10	9	16	7	9	15	1	8	16	8	15	2	2
GROUP 13	1	8	12	9	9	4	13	16	5	1	13	5	12	4	8
GROUP 14	1	8	14	10	14	1	15	15	8	5	11	4	10	5	4
GROUP 15	1	9	2	15	15	16	10	7	8	1	10	8	2	16	9
GROUP 16	1	9	15	6	16	2	13	14	10	11	7	4	5	12	3
GROUP 17	1	10	9	11	15	7	6	4	16	5	2	12	13	3	14
GROUP 18	1	11	14	4	13	2	9	10	12	16	8	5	3	15	6
GROUP 19	1	12	12	13	14	7	2	8	14	2	1	13	11	8	11
GROUP 20	1	12	15	5	4	14	3	16	7	8	6	2	10	11	13
GROUP 21	1	15	4	3	7	6	10	13	12	5	14	16	8	2	11
GROUP 22	1	16	3	12	11	9	13	5	8	2	14	7	4	10	15
GROUP 23	2	2	5	10	16	11	3	10	11	8	5	13	3	13	8
GROUP 24	2	2	12	3	15	5	8	3	5	14	12	9	8	9	14
GROUP 25	2	3	6	16	12	16	3	13	13	6	7	9	2	12	7
GROUP 26	2	3	8	2	9	15	14	3	14	9	5	5	15	8	12
GROUP 27	2	4	7	9	5	4	9	11	2	14	5	14	11	16	16

## 【도 3b】

	#0	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14
GROUP 28	2	4	13	12	12	7	15	10	5	2	15	5	13	7	4
GROUP 29	2	5	9	9	3	12	8	14	15	12	14	5	3	2	15
GROUP 30	2	5	11	7	2	11	9	4	16	7	16	9	14	14	4
GROUP 31	2	6	2	13	3	3	12	9	7	16	6	9	16	13	12
GROUP 32	2	6	9	7	7	16	13	3	12	2	13	12	9	16	6
GROUP 33	2	7	12	15	2	12	4	10	13	15	13	4	5	5	10
GROUP 34	2	7	14	16	5	9	2	9	16	11	11	5	7	4	14
GROUP 35	2	8	5	12	5	2	14	14	8	15	3	9	12	15	9
GROUP 36	2	9	13	4	2	13	8	11	6	4	6	8	15	15	11
GROUP 37	2	10	3	2	13	16	8	10	8	13	11	11	16	3	5
GROUP 38	2	11	15	3	11	6	14	10	15	10	6	7	7	14	3
GROUP 39	2	16	4	5	16	14	7	11	4	11	14	9	9	7	5
GROUP 40	3	3	4	6	11	12	13	6	12	14	4	5	13	5	14
GROUP 41	3	3	6	5	16	9	15	5	9	10	6	4	15	4	10
GROUP 42	3	4	5	14	4	6	12	13	5	13	6	11	11	12	14
GROUP 43	3	4	9	16	10	4	16	15	3	5	10	5	15	6	6
GROUP 44	3	4	16	10	5	10	4	9	9	16	15	6	3	5	15
GROUP 45	3	5	12	11	14	5	11	13	3	6	14	6	13	4	4
GROUP 46	3	6	4	10	6	5	9	15	4	15	5	16	16	9	10
GROUP 47	3	7	8	8	16	11	12	4	15	11	4	7	16	3	15
GROUP 48	3	7	16	11	4	15	3	15	11	12	12	4	7	8	16
GROUP 49	3	8	7	15	4	8	15	12	3	16	4	16	12	11	11
GROUP 50	3	8	15	4	16	4	8	7	7	15	12	11	3	16	12
GROUP 51	3	10	10	15	16	5	4	6	16	4	3	15	9	6	9
GROUP 52	3	13	11	5	4	12	4	11	6	6	5	3	14	13	12
GROUP 53	3	14	7	9	14	10	13	8	7	8	10	4	4	13	9
GROUP 54	5	5	8	14	16	13	6	14	13	7	8	15	6	15	7

## 【도 3c】

	#0	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14
GROUP 55	5	6	11	7	10	8	5	8	7	12	12	10	6	9	11
GROUP 56	5	6	13	8	13	5	7	7	6	16	14	15	8	16	15
GROUP 57	5	7	9	10	7	11	6	12	9	12	11	8	8	6	10
GROUP 58	5	9	6	8	10	9	8	12	5	11	10	11	12	7	7
GROUP 59	5	10	10	12	8	11	9	7	8	9	5	12	6	7	6
GROUP 60	5	10	12	6	5	12	8	9	7	6	7	8	11	11	9
GROUP 61	5	13	15	15	14	8	6	7	16	8	7	13	14	5	16
GROUP 62	9	10	13	10	11	15	15	9	16	12	14	13	16	14	11
GROUP 63	9	11	12	15	12	9	13	13	11	14	10	16	15	14	16
GROUP 64	9	12	10	15	13	14	9	14	15	11	11	13	12	16	10